

氏名	水田義明 みずたよしあき
学位の種類	工学博士
学位記番号	論工博第628号
学位授与の日付	昭和48年7月23日
学位授与の要件	学位規則第5条第2項該当
学位論文題目	残柱式採鉱切羽における鉱柱の設計および管理に関する研究

(主査)  
論文調査委員 教授 平松良雄 教授 伊藤一郎 教授 吉住永三郎

### 論文内容の要旨

本論文は、残柱式採鉱切羽における鉱柱の高い地圧もとの挙動を解明し、その結果を鉱柱の設計および管理に応用しうるまで発展させたものであって、緒論および結論のほか、5章からなっている。

第1章の緒論では、まず著者が本研究を行なった動機と研究の必要性を述べ、つぎに従来の研究の紹介と本研究の内容の説明を行なっている。

岩石および鉱石が圧縮される時、最高の応力を示すときから完全に破壊されるまでに示す変形挙動は従来ほとんど明らかにされていなかったが、第2章ではこの挙動を知るには剛性試験が必要であることを論じ、著者が行なった剛性一軸圧縮試験と剛性圧縮・せん断試験の方法および結果について述べている。どちらの試験も、試験片とそれに並列に挿入された支柱体とに同時に載荷する方法をとっている。まず大理石および砂岩について剛性一軸圧縮試験を行ない、最高の応力に達した後の変形量は従来考えられていたのよりはるかに大きく、全変形量は試験片の高さの2%程度に達することを見出している。

ついで、偏圧もとの鉱柱の挙動を解析するには、基礎資料として軸力およびせん断力を受けた試験片の変形特性を知る必要があると考え、その試験のために独得の試験機を試作し、これを用い大理石を試料としてその変形特性を求めている。その結果によれば、せん断力とずれ量との関係は剛性一軸圧縮試験における軸力と短縮量との関係に似ているが、最大応力に達した後の剛性は一軸圧縮試験の場合の剛性の約1/20で、軸力が強いほど最大せん断力もせん断剛性も小さいことを明らかにしている。

第3章は、塊状鉱体を残柱式採鉱法で採鉱する際の切羽設計の基準について研究した結果を述べたものである。まず、種々の幾何学的条件をもつ奥行の長い多数の帯状鉱柱が規則正しく配列されている場合について、鉱柱および空洞周辺の岩盤内の応力を弾性論により解析し、地山の鉛直地圧やせん断地圧が各鉱柱にどれほど配分されるかを定量的に示し、鉱柱の高さが高くなるのに伴ってせん断地圧が配分される割合が急に低下することを見出している。また鉱柱数が多くない場合、鉱柱の奥行が短い場合および鉱柱の厚さが均一でない場合についても同様の解析を行ない、多くの知見を得ている。とくに鉱柱の奥行が短く

なるとともに、それに配分される地圧は小さくなること、鉋柱数が少なくなるほど鉛直地圧よりもせん断地圧の配分率が著しく低下することを明らかにしている。また鉛直地圧に対しては薄い鉋柱は厚い鉋柱より直応力は高いが、それが支える全地圧はかえって小さいこと、およびせん断地圧に対しては薄い鉋柱は厚い鉋柱よりせん断応力も全せん断力も小さいことを明らかにしている。

ついで、鉋柱が強い鉛直地圧やせん断地圧を受けたときに起こる塑性変形のために、弾性論によって求めた応力に施すべき補正値を模型実験によって求めている。その結果、鉛直地圧による鉋柱の水平断面上の応力集中は無視してさしつかえないこと、またせん断地圧によって起こる鉋柱のつけ根の高い直応力は弾性論によって求めた値の1/2程度と見積ってさしつかえないことを明らかにしている。

鉋柱を設計するとき地山の応力状態を知る必要があるが、これが不明の場合は、水平のせん断応力を鉛直の直応力の1/3程度に見積るのが合理的であることを、多数の鉋山での測定の結果に基づき理論的に明らかにしている。

最後に、以上の結果を考慮に入れて計算した最大応力を採用し、安全率を3程度にとるという鉋柱の設計基準の一案を提案している。この設計基準の妥当性を検討するため、わが国の11の鉋山における19切羽の健全な鉋柱にこの基準を当てはめてみて、これによれば現状より高い実収率を挙げられるものが少なく、また決して安全度の低いものではないことを確認している。

第4章では、鉋脈を採掘する切羽でしばしば見られる一軸圧縮強度以上の応力が生じている鉋柱を取扱っている。岩盤は弾性体であるが、鉋柱は第2章で述べたような変形特性を示すものと仮定する新しい解析法を提案し、この方法で豊羽鉋山の三つの水平鉋柱の挙動を解析し、その結果と実際に観察される現象とを比較し、両者は大体一致することを確かめている。

第5章は、下向分層採鉋法によって黒鉋鉋床を採掘する切羽における一時的鉋柱の挙動について研究した結果を述べたものである。一時的鉋柱の上には人工天盤が構築され、その上の採掘空洞は充填される。この研究では、まず人工天盤にかかる荷重、人工天盤内の鉄筋の応力および人工天盤の曲げ強度を測定し、3層分程度の厚さの充填物の自重が一時的鉋柱にかかる地圧に関係することを確かめ、つぎに鉋柱、人工天盤および充填物内の応力を解析して実験結果の説明を試みている。

第6章では、採鉋を進めるに当たって種々の測定によって鉋柱や岩盤の地圧状態を把握し、それに基づき適切な地圧制御を行なうことが必要であることを指摘し、そのために開発した岩盤内の応力測定装置、コンバーゼンス測定装置および岩盤の変形を測定するためのポアホール用伸張計について、構造と測定結果を述べている。

第7章の結論は以上の結果を取りまとめたものである。

## 論文審査の結果の要旨

規模の大きい鉋体は残柱式採鉋法によって採掘されることが多いが、その場合鉋柱の安定は保安上極めて重要であるにもかかわらず、まだ信頼できる設計基準は確立されていなかった。本論文は、このような採鉋切羽における鉋柱の設計および管理に資するために、種々の条件の鉋柱の挙動を理論的ならびに実験的に研究した結果を述べたもので、得られた成果のうち主なものは次のとおりである。

(1) 強い地圧を受けた鉤柱の挙動を解析するための基礎資料を得る目的で、試験片と弾性支圧体とに同時に载荷する方法で、種々の岩石について剛性一軸圧縮試験と剛性圧縮・せん断試験とを実施し、岩石が完全に破壊するまでの変形特性に関しつぎの注目すべき点を明らかにした。すなわち、一軸圧縮試験のもとでは、試験片が最大の応力を示した後の変形量は従来考えられていたのよりはるかに大きく、全変形量はどの岩石でも同じ程度で、約2%に達する。また圧縮・せん断試験のもとでの岩石試験片の挙動は、圧縮試験の場合と傾向は似ているが、せん断に対する剛性は圧縮に対するその約1/20で、軸载荷が強いほど最大せん断応力も剛性も小さい。

(2) 二次元および三次元の種々の幾何学的条件の鉤柱および切羽空洞をもつモデルについて、弾性理論により、有限要素法を用いて応力解析を行ない、得られた結果に対し模型実験の結果を考慮して塑性変形に基づく補正を施し、こうして求められた応力状態と、多くの鉤山における測定結果と理論的考察に基づいて仮定した合理的な地山の応力状態とを基礎として鉤柱の設計基準の一案を提案した。

さらに、多くの鉤山の実際の鉤柱についてこの基準を適用して検討し、この基準によれば現状よりも高い実収率が得られる場合が少なくなく、また十分安全であることを確かめた。

(3) 鉤脈を採掘する切羽の鉤柱には、その圧縮強度以上の応力が生じているものがあることを指摘し、鉤柱の変形特性を考慮に入れてその安定を検討する方法を提案した。この方法は、上盤および下盤は弾性岩盤であるが鉤柱はすでに著しい変形を起こしているものと見なし、弾性解析結果と剛性試験結果とから試算によって鉤柱の安定を検討する方法である。この方法により豊羽鉤山の三つの鉤柱の安定を判定した結果といたみの状態を観察した結果とを比較し、この方法は鉤柱の安定の判定に用いることを確かめた。

以上を要するに、本論文は岩石の完全な変形特性の試験と詳細な応力解析ならびに模型実験の結果を総合して、残柱式採鉤切羽の鉤柱の新しい設計基準を提案し、その妥当性を確かめ、また高い地圧を受けている鉤柱や一時的鉤柱についてもそれらの挙動を明らかにし、鉤柱の合理的設計および管理に有力な資料を提供したもので、学術上・工業上貢献するところが少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として価値あるものと認める。